

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY ŽIVOTNÍHO
PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

ZHODNOCENÍ ZÁTĚŽE EKOSYSTÉMU V POVODÍ VÁHU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

EVA GRAJCIARIKOVÁ

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF
ENVIRONMENTAL PROTECTION

ZHODNOCENÍ ZÁTĚŽE EKOSYSTÉMU V POVODÍ VÁHU

EVALUATION OF ECOSYSTEM STRESS IN VÁH BASIN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

EVA GRAJCIARIKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. RNDr. MILADA VÁVROVÁ, CSc.

BRNO 2009



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	FCH-BAK0284/2008	Akademický rok: 2008/2009
Ústav:	Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí	
Student(ka):	Eva Grajciariková	
Studijní program:	Chemie a chemické technologie (B2801)	
Studijní obor:	Chemie a technologie ochrany životního prostředí (2805R002)	
Vedoucí bakalářské práce:	prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.	
Konzultanti bakalářské práce:		

Název bakalářské práce:

Zhodnocení zátěže ekosystému v povodí Váhu

Zadání bakalářské práce:

Na základě dostupných údajů provést teoreticky zhodnocení úrovně kontaminace vodního ekosystému ve vybrané lokalitě na Slovensku

Termín odevzdání bakalářské práce: 29.5.2009

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Eva Grajciariková
Student(ka)

prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.
Vedoucí práce

doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc.
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2008

doc. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

V bakalárskej práci teoretického charakteru bola riešená aktuálna problematika záťaže ekosystému vo vybranej lokalite Slovenska. Pozornosť bola zameraná na zhodnotenie úrovne kontaminácie vo vybranej oblasti povodia rieky Váh v Žilinskom kraji. Úroveň kontaminácie bola hodnotená na základe príslušných ukazovateľov kvality vody podľa nariadenia vlády č. 296/2005 Z. z. Popísané boli fyzikálne a chemické vlastnosti týchto ukazovateľov a ich toxický vplyv na životné prostredie.

ABSTRACT

The bachelor theoretical thesis was focused on the current issue of the environmental load of the ecosystem in the selected locality of Slovakia. The focus was put on the evaluation of the contamination level in the selected area of Váh's river – basin in the Žilina region. The level of contamination was assessed on the basis of the relevant water quality indicators following the government regulation number 296/2005 C. I. The thesis describe the physical and chemical properties of the factors and their toxic effects on the environment.

KLÍČOVÁ SLOVA

povrchová voda, záťaž vodného ekosystému, povodie Váhu, úroveň kontaminácie, indikátory kvality, toxicita

KEYWORDS

surface water, environmental load of water ecosystem, area of Váh's river, level of contamination, water quality indicators, toxicity

GRAJCIARIKOVÁ, E. Zhodnocení zátěže ekosystému v povodí Váhu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2009. 40 s. Vedoucí bakalářské práce prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne a že všetky použité literárne zdroje som správne a úplne citovala. Bakalárska práca je z hľadiska obsahu majetkom Fakulty chemické VUT v Brne a môže byť využitá ku komerčným účelom iba so súhlasom vedúceho bakalárske práce a dekana FCH VUT.

.....
podpis

POĎAKOVANIE:

Chcela by som poďakovať prof. RNDr. Miladě Vávrově, CSc. za čas venovaný konzultáciám pri vypracovaní tejto bakalárskej práce, za cenné rady a pripomienky. Ďalej by som chcela poďakovať pracovníkom Fakulty chemické Vysokého učení technického za ich prístup, pomoc a rady poskytnuté pri mojom vzdelávaní.

OBSAH

1. ÚVOD.....	7
2. Teoretická časť	8
2.1 Voda.....	8
2.1.1 Druhy vôd	8
2.1.1.1 Povrchová voda	8
2.1.1.2 Znečistenie povrchovej vody.....	9
2.1.1.3 Kvalita povrchovej vody	10
2.2 Ekosystém	13
2.1.1 Rozdelenie ekosystému.....	14
2.1.1.1 Vodný ekosystém.....	14
2.3 Slovenská republika.....	16
2.3.1 Hodnotenie kvality povrchových vôd Slovenska	17
2.4 Váh.....	19
2.4.1 Povodie Váhu	20
2.4.2 Čiastkové povodie Váhu	20
2.4.2.1 Zhodnotenie úrovne kontaminácie Váhu v Žilinskom kraji podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 z. Z. a STN 75 7221 za obdobie 2006-2007	22
2.4.2.2 Slovné zhodnotenie úrovne kontaminácie Váhu v Žilinskom kraji podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 z. Z. a STN 75 7221 za obdobie 2006-2007.....	28
2.4.2.3 Znečistenie vypúšťané do Váhu v roku 2007.....	29
2.5 Toxicita vybraných ukazovateľov kvality povrchovej vody	31
2.5.1 Chloridy	31
2.5.2 Sírany.....	31
2.5.3 Zlúčeniny dusíka	31
2.5.4 Ortuť.....	32
2.5.5 Nikel	32
2.5.6 Chloroform	33
2.5.7 Polychlórované bifenyly	33
2.5.8 Polycyklické aromatické uhľovodíky.....	33
2.5.9 Toluén	34

2.5.10 Xylén	34
3. Záver	35
4. Zoznam použitých zdrojov	36
5. Zoznam symbolov	39
6. Mapová príloha	40

1. ÚVOD

Voda je kvapalina, ktorá nás prevádza počas celého života a ani si to neuvedomujeme. Berieme ju ako súčasť nášho života a nevenujeme jej veľkú pozornosť. Pritom je to najdôležitejšia zlúčenina na zemskom povrchu. Pri znečisťovaní vody, či už odpadnými alebo komunálnymi vodami sme často nevidiaci. Myslíme si, že táto problematika sa nás netýka a pritom my sami si našu čistú vodu znehodnocujeme.

V tejto teoreticky spracovanej bakalárskej práci na tému „Zhodnotenie záťaže ekosystému v povodí Váhu“ bola pozornosť upriamená priamo na znečistenie, zdroje znečistenia a slovné a tabuľkové zhodnotenie úrovne kontaminácie v povodí rieky Váh. Rieka Váh, ktorá je najdlhšou riekou Slovenska, bola zaradená až do III. triedy kvality, čo je znečistená voda.

Materiály pre zhodnotenie úrovne kontaminácie boli získané z Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky. Limitné hodnoty pre vybrané ukazovatele, ktoré boli monitorované na celom území Slovenska a aj v povodí Váhu, boli porovnané s nameranými hodnotami za obdobie 2006-2007 na vybranom úseku rieky Váh a do prehľadných tabuľkách spracované. Výsledky laboratórnych rozborov vody ako fyzikálne, chemické, biologické, mikrobiologické ukazovatele a v niektorých odberných miestach aj ukazovatele rádioaktivity boli spracované podľa STN 75 7221 „Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd“ z roku 1999.

Pri spracovaní kvalitatívnej bilancie sa vychádzalo z nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 296/2005 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadných vôd a osobitných vôd.

Najvýznamnejšími zdrojmi znečistenia a poškodzovania kvality povrchových vôd na území Slovenska sú priemyselné fabriky a spoločnosti, ktoré využívajú rieky Slovenska ako recipient odpadných vôd používaných pri výrobe a spracovaní materiálov.

V samostatnej kapitole bola pozornosť upriamená na vybrané ukazovatele znečistenia, ktoré boli experimentálne zistené vo vybranom čiastkovom povodí rieky Váh a ich toxického účinku na človeka a životné prostredie. V tejto kapitole sú popísané akútne a chronické otravy a ich dopad na zdravie človeka, živočíchov a rastlín. Úlohou tejto kapitoly bolo ukázať, aké škodliviny si sami vypúšťame do nášho životného prostredia a tým ubližujeme nielen sebe a aj prírode okolo nás.

2. TEORETICKÁ ČASŤ

2.1 Voda

Voda na Zemi, zaoberajúca najväčšiu časť zemského povrchu, je obsiahnutá v oceánoch (70 %). Ďalšími zdrojmi vody sú rieky, jazerá, ľadovce a vodná para. Voda je substancia v neustálom pohybe, ktorá vo svojom pevnom, plynnom a kvapalnom stave zabezpečuje existenciu života na Zemi. Celková zásoba vody na Zemi sa odhaduje na $1\,359,64 \cdot 10^6 \text{ km}^3$. Z tejto celkovej zásoby je teoreticky využívaných len 0,0144 % sladkej vody. Voda v prírode nie je nikdy čistá, pretože obsahuje množstvo minerálnych a organických látok ako aj rozpustené plyny a ďalšie látky [1].

2.1.1 Druhy vôd

Vody môžeme obecné rozdeliť podľa pôvodu, výskytu a použitia. Podľa pôvodu sa vody delia na prírodné a odpadné. Delenie podľa výskytu u odpadných vôd je na splaškové a priemyslové, u prírodnej vody je delenie podľa výskytu na atmosférické, povrchové a podzemné, ktoré sú súčasťou hydrosféry. [2] Z hľadiska limnotypológie sa povrchové a podzemné vody od seba odlišujú svojím pôvodom, starobou a morfológickými vlastnosťami vodných nádrží. Podľa použitia sa rozoznáva voda pitná, úžitková, prevádzková a odpadná [3].

2.1.1.1 Povrchová voda

Povrchovou vodou rozumieme všetky vody prirodzene sa vyskytujúce na zemskom povrchu. Tento charakter nestrácajú ani ak pretekajú prechodne zakrytými úsekmi, prirodzenými dutinami pod zemským povrchom alebo v nadzemných vedeniach [4]. Medzi povrchovú vodu zaraďujeme vodné toky, jazerá, nádrže, mokrade, snehovú pokrývku, ľadovce a podobne [1]. Základným delením povrchových vôd je delenie na vody kontinentálne a vody morské.

Zloženie kontinentálnych povrchových vôd je ovplyvňované viacerými faktormi ako napr.:

- a) stavbou podložia,
- b) zložením dnových sedimentov,
- c) priemyslovou činnosťou, poľnohospodárstvom,
- d) zalesňovaním, druhom pôd a
- e) ročným obdobím [2].

Vody kontinentálne sa ďalej delia na vody stojaté (lenitické) a vody tečúce (lotické). Pre povrchové vody je charakteristická dynamika a zmeny v prostredí a čase, ktoré sú rozdielne ako pre tečúce, tak pre stojaté vody. U tečúcich vôd sa to prejavuje prehlbovaním koryta, rozširovaním riečneho prierezu a vyrovnávaním dna. Naopak, u stojatých vôd postupom času dochádza k sedimentácií, zarastaniu a hromadeniu živín [3].

2.1.1.2 Znečistenie povrchovej vody

Znečistenie môže byť definované rôznymi spôsobmi. Jednou extrémnou definíciou je, že v chemickom zmysle podľa chemického názvoslovja predstavuje slovné spojenie čista voda zloženie vody iba z molekúl H_2O . Vieme však, že táto definícia je nereálna. Každý vodný vzorok, ktorý je v kontakte s atmosférou, obsahuje rozpustené plyny ako kyslík a oxid uhličitý, tak ako každý vodný vzorok v kontakte so sedimentmi a kameňmi obsahuje rôzne druhy kremíku a vápniku [12].

Pojmom znečistenie alebo kontaminácia rozumieme zhoršenie kvality vody neželateľnými látkami, ktoré sa vo vode za normálnych podmienok nevyskytujú. Tieto látky robia vodu nevhodnou na využitie. Jedná sa napríklad o mikroorganizmy, chemikálie, odpadové vody a podobne [1].

Znečistenie povrchových vôd môžeme obecné rozdeliť na:

- 1) Primárne znečistenie
- 2) Sekundárne znečistenie

Primárne znečistenie spôsobujú látky prítomné v odpadnej vode. Delia sa na:

- a) znečistenie inertnými materiálmi (pôda, kaolín),
- b) znečistenie organickými látkami delené podľa pôvodu na prirodzené (humínové látky) alebo antropogenné (ropné produkty, fenoly, pesticídy),
- c) znečistenie anorganickými látkami ako soli ($NaCl$, $CaCl_2$), toxické zlúčeniny prvkov (Hg, Pb, As, Se),
- d) znečistenie bakteriálnymi mikroorganizmami a
- e) rádioaktívne znečistenie

Sekundárnym znečistením je nadmerný rozvoj niektorých organizmov pri vhodných podmienkach a prísunu látok. Typickými príkladmi sekundárneho znečistenia je eutrofizácia nádrže, čo je zarastanie vodnej nádrže riasami alebo premnoženie vodného kvetu na povrchu vodnej hladiny [10].

Zdroje znečistenia u povrchovej vody sú trojakého typu a to: bodové, plošné a difúzne. Bodové – zdroj, z ktorého je znečistenie privádzané nepretržite a je možné zistiť jeho kvalitu a kvantitu [2]. Rozhodujúcim zdrojom bodového znečistenia sú vypúšťané odpadné vody. Zdroje plošného znečistenia sú omnoho ťažšie identifikovateľné ako bodové zdroje, ale ich účinky sú rovnako dlhodobé a ťažko odstrániteľné. Najväčšími zdrojmi plošného znečistenia sú poľnohospodárstvo, rozptýlené skládky a kontaminovaná závlahová ale aj zrážková voda [5]. Difúznym druhom znečistenia sú rozptýlené bodové zdroje [2].

Tiež sa používa pojem tepelné znečistenie. Toto znečistenie je spôsobené nadmerným prívodom tepla do vôd, čo spôsobuje zníženie rozpustnosti kyslíku vo vode. Má nepriaznivý vplyv na ryby a zrýchľuje biochemické procesy vo vode [2].

Zdrojom pitnej a úžitkovej vody sú vody povrchové. Slúžia aj na iné účely, ako napr. chov rýb, rekreačné účely a ako recipient splaškových a priemyselných odpadných vôd. Kvalitu vody v recipiente negatívne ovplyvňuje vypúšťanie odpadnej vody, kde dochádza

k porušovaniu biologickej rovnováhy. Prejavuje sa estetickými zmenami vody, chemickým a bakteriálnym znečistením, poškodením biocenózy, spomalením procesu samočistenia, kalovými nánosmi a ďalšími negatívnymi javmi. Najviac viditeľným javom je úhyn rýb. Je nutné rozlišovať, či sa jedná o škodlivosť z hľadiska toxikologického, organoleptického alebo o škodlivosť iného smeru [2].

Polutanty vyskytujúce sa vo vodách môžeme rozdeliť na štyri skupiny podľa techniky aká sa používa na ich odstránenie, prípadne zakoncentrovanie a stanovenie:

- 1) organické polutanty tekavé, ktoré sa dajú vytesniť z vody inertným plynom, ako napr. rozpúšťadla s bodom varu do 100 °C, uhľovodíky a chlórované uhľovodíky s bodom varu do 250 °C,
- 2) organické polutanty netekavé ako napr. polycyklické aromáty, fenoly a chlorfenoly,
- 3) kovové polutanty sú kovy viazané v komplexoch alebo v organokovových zlúčeninách a
- 4) anionty, prevažne anorganické ako napr. dusičnanové a fosforečnanové anionty [10].

2.1.1.3 Kvalita povrchovej vody

Kvalitu vody môžeme definovať ako fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti vody. Teplota, farba, priehľadnosť, chuť a zápach patria medzi dôležité fyzikálne vlastnosti vody. Fyzikálno-chemické vlastnosti vody predstavuje disociačná schopnosť vody, koncentrácia vodíkových iónov, rádioaktivita a elektrická vodivosť vody. Rozpúšťacou schopnosťou vody je rozpustnosť plynov, minerálnych a organických látok vo vode a to zaraďujeme medzi chemické vlastnosti vody. Chemické vlastnosti vody môžu ovplyvňovať aj látky, ktoré sú v nej rozpustené. Sú to najmä chuť a zápach vody, kyslosť (acidita) a zásaditosť (alkalita) [1].

Na hodnotenie akosti povrchovej vody sa používa ukazovateľ, čo je veličina charakterizujúca vlastnosti alebo zloženie vody, alebo súbor ukazovateľov akosti vody nazývaný kritérium akosti vody. Kritéria môžeme rozdeliť na ekonomické, ekologické, hygienické a technologické. Hodnoty ukazovateľov akosti vody používané pre konkrétny spôsob použitia (po úprave alebo ak je to možné aj bez úpravy) sú stanovené právnymi a technickými normami štátu [6].

Rozbor povrchových vôd sa robí za určitým účelom a to:

- a) obecnej klasifikácie akosti vôd,
- b) zistenie vhodnosti vody pre dané konkrétne užitie,
- c) systematické kontroly akosti povrchových vôd a bilanciu ich znečistenia a
- d) zistenie pôvodcu havárie [7].

Kontrola akosti vody určuje postup vzorkovania, rozboru a merania za účelom zistenie akosti vody [6]. Pre kontrolu akosti povrchových vôd sa používa norma **STN 75 7220** „Kvalita vody. Kontrola kvality povrchových vôd (03. 1999)“. Táto norma špecifikuje 17 základných fyzikálnych a chemických ukazovateľov, ktoré musia byť obsiahnuté v minimálnom rozbere vody. Tento počet ukazovateľov môže byť doplnený podľa potreby o ďalší ukazovateľ z vybranej skupiny 30 fyzikálnych a chemických ukazovateľov, ktoré sú v norme uvedené ako doporučené [7].

Na presné zaradenie vôd, do určitej skupiny (triedy) podľa porovnávacích kritérií, slúži klasifikácia vôd [6]. Pre klasifikáciu akosti povrchových vôd sa používa norma **STN 75 7221** „Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd (01.1999)“. Táto norma nám udáva medzné hodnoty pre 36 chemických a fyzikálnych ukazovateľov rozdelených do 8 skupín od A po H (tabuľka 1) podľa ukazovateľa kvality. Fyzikálne a chemické ukazovatele sú v tejto norme rozdelené do troch skupín: obecné, fyzikálne a chemické ukazovatele (16 ukazovateľov), špecifické organické látky (10 ukazovateľov) a kovy (10 ukazovateľov). Ďalej nám norma udáva 5 tried akosti povrchovej vody [7].

Tabuľka 1: Zhrnutie skupín ukazovateľov kvality vody [8]

Skupina	Skupina ukazovateľov kvality vody	Príklad ukazovateľov kvality vody
A	kyslíkový režim	rozpustený kyslík, BSK ₅
B	základné fyzikálno-chemické ukazovatele	pH, teplota vody, chloridy, sírany
C	nutrienty	amoniakálny dusík, dusičnanový dusík
D	biologické ukazovatele	sapróbny index biosestónu a bentosu
E	mikrobiologické ukazovatele	koliformné baktérie
F	mikropolutanty	ortuť, kadmium, arzén, olovo, meď
G	toxická	akútna toxicita na vodné organizmy
H	rádioaktivita	celková objemová aktivita alfa a beta

Kvalita vody je klasifikovaná samostatne pre každý ukazovateľ príslušnej skupiny ukazovateľov. Porovnaním vypočítanej charakteristickej hodnoty ukazovateľa so zodpovedajúcou sústavou medzných hodnôt (u pH je to interval hodnôt) dochádza k zaradeniu kvality vody podľa každého ukazovateľa do triedy kvality vody. Výpočet charakteristickej hodnoty je definovaný v norme STN 75 7221. V každej skupine sa určí trieda kvality vody, ktorá je najpriaznivejším ukazovateľom kvality vody. S použitím medzných hodnôt sú vody podľa ich kvality rozdelené do 5. tried rímskymi číslicami I až V (tabuľka 2) [8].

Tabuľka 2: Triedy kvality vody [8]

Trieda kvality vody	Slovné hodnotenie tried kvality vody	Príklady vhodnosti použitia
I. trieda	veľmi čistá voda	obvykle vhodná na všestranné použitie, vodárenské účely
II. trieda	čistá voda	obvykle vhodná pre väčšinu spôsobov využitia, chov rýb
III. trieda	znečistená voda	je obvykle vhodná len pre zásobovanie priemyslu vodou
IV. trieda	silno znečistená voda	obvykle vhodná len pre obmedzené účely
V. trieda	veľmi silno znečistená voda	obvykle sa nehodí pre žiadne účely

Pri spracovaní kvalitatívnej bilancie sa vychádza z nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 296/2005 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadných vôd a osobitných vôd.

Bilančné hodnotenie je založené na porovnávaní skutočných hodnôt vybraných ukazovateľov kvality vody s limitnými hodnotami prípustného znečistenia [8].

Bilančné hodnotenie sa vykonáva podľa platnej metodiky pre 5 ukazovateľov kvality vody:

BSK₅ (ATM) - Biochemická spotreba kyslíka s potlačením nitrifikácie

ChSK_{Cr} - Chemická spotreba kyslíka dichrómanom

RL - Rozpustné látky sušené pri 105 °C

N-NH₄ - Amoniakálny dusík

N-NO₃ - Dusičnanový dusík [9].

Bilančný stav (BS) sa vyjadruje ako pomer medzi hodnotami prípustného znečistenia a skutočného znečistenia vyjadreného ako C₉₀. C₉₀ je charakteristická hodnota ukazovateľa vyjadrujúca hodnotu s pravdepodobnosťou neprekročenia 90 % a závisí od početnosti sledovania za hodnotené obdobie.

$$BS = \frac{C_{PRÍP.}}{C_{SKUT.}} \quad (1)$$

Bilančný stav je hodnotený 3. stupňami:

A – priaznivý			BS	≥ 1,1
B – napätý	0,9	<	BS	< 1,1
C – pasívny	0,9	≥	BS	

Výsledný bilančný stav v danom mieste odberu je ukazovateľom s najpriaznivejším (najnižším) vypočítaným pomerom [9].

Pri spracovaní kvalitatívnej bilancie sa vychádza z nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z. z., ktorým sú ustanovené požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty znečistenia odpadných a osobitných vôd [9].

2.2 Ekosystém

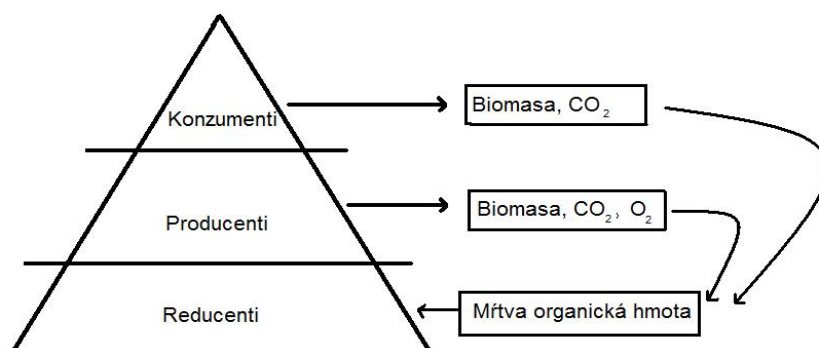
Slovo ekosystém pochádza z anglického slova *ecosystem* zloženého zo slov *ecology* + *system*. Termín ekosystém sa prvý krát objavil v publikácii Britý ecologist v roku 1935 a jeho autorom bol Arthur Tansley. Ten však nie je považovaný za objaviteľa a autora tohto pojmu, pretože ho v roku 1930 vytvoril jeho kolega Roy Clapham. Jeho snahou bolo nájsť spoločné slovo pre fyzické a biologické prostredie ako pre jednu jedinú jednotku [14].

Ekosystém je súbor organizmov a ich okolitého prostredia tvorený abiotickou a biotickou zložkou. Abiotickou zložkou je neživá príroda, ktorá je charakterizovaná fyzikálnymi a chemickými parametrami. Biotická zložka na rozdiel od abiotickej je všetko živé čo sa v prírode nachádza, ako napr. organizmy a ich vzájomné vzťahy [3].

Pojmom ekosystém tiež môžeme chápať ucelenú časť prírody, ktorá komunikuje s ostatnými časťami a nie je voči nim uzatvorená. Je to základná a funkčná jednotka celej prírody na Zemi [13]. Veľkosť ekosystému nie je daná, a preto môžeme za ekosystém považovať aj celú biosféru so všetkými v ňom žijúcimi organizmami [14].

Ak má byť ekosystém úplný a schopný existencie, musí obsahovať štyri základné zložky a to biotop, producentov, konzumentov a reducentov. Biotop je súhrn všetkých súčastí ekosystému. Patri sem geologický podklad, vodný a klimatický režim. Producenti sú autotrofné organizmy, ktoré vytvárajú z anorganických látok a slnečnej energie látky organické. Sú zdrojom potravy pre heterotrofné organizmy. Zaraďujeme sem zelené rastliny schopné fotosyntézy, ktoré produkujú kyslík, a tiež chemotrofné baktérie. Konzumenti sú heterotrofné organizmy, ktoré sa živia rastlinnou alebo živočíšnou hmotou. Organické látky produkované autotrofnými organizmami tvoria potravu pre konzumentov. Niektoré konzumenty sa stávajú potravou pre iné konzumenty. Patria sem živočíchy a vyššie rastliny bez chlorofylu. Reducenti sú heterotrofné organizmy, ktoré rozkladajú organickú hmotu. Tá je ich potravou aj s mŕtvymi telami organizmov. Patria sem huby, plesne a baktérie [13].

Obeh látok a energie v ekosystéme medzi reducentmi v spodnej časti, producentmi v strede a konzumentmi na vrchole znázorňuje trofická pyramída (obrázok 1) [3].



Obrázok 1: Trofická pyramída

2.1.1 Rozdelenie ekosystému

Delenie ekosystémov môže byť podľa rôznych parametrov. Jedným z delení je podľa miery ich ovplyvnenia človekom, kde rozlišujeme:

- 1) prirodzené (napr. jazero, prales),
- 2) polokultúrne (napr. rybník, obhospodarovaný les či lúka) a
- 3) kultúrne (napr. pole, záhradka) [14].

Prirodzené ekosystémy (jazero, prales) môžeme ďalej deliť na:

- a) terestrické (pevninské),
- b) semiterestické (mokré stanovištia),
- c) limnické (sladkovodné) a
- d) marinné (morske) [14].

Posledným delením ekosystémov je delenie na základe pozmenenia ekosystému ľudskou činnosťou:

- 1) urbánno - industriálne (mestsko - priemyselné) a
- 2) agrocenózy (poľnohospodárske) [14].

2.1.1.1 Vodný ekosystém

Vodné ekosystémy sa delia na:

- 1) morské,
- 2) sladkovodné stojaté,
- 3) lotický systém (tečúce vody) a
- 4) brakický ekosystém [14].

Vnútrozemské povrchové vody sa delia na tečúce (lotické) a stojaté (lenitické).

V lotickom ekosystéme je vyšší obsah kyslíka, mení sa charakter dna, hĺbka, spád, rýchlosť a teplota prúdu behom roka značne kolíše. Z tohto hľadiska môžeme lotické vody rozdeliť podľa úsekov na: [13]

- 1) krenon- predstavuje vlastný prameň a pramennú stružku, tvorí prechod medzi podzemnou a povrchovou vodou, kde dochádza k prelínaniu spoločenstiev organizmov, vysoký obsah kyslíka, kamenité dno, rybie pásmo je pstruhové, má nízku produktivitu, chýba planktón [3].
- 2) rhithron- potoky a horné toky riek, predstavuje oblasť spojenia pramenných stružiek, miernejšie prúdenie vody, piesočné dno, rybie pásmo je pstruhové a lipanové, začína sa objavovať planktón [3].
- 3) potamon- stredné a dolné úseky riek a veľtoky, väčšia hĺbka, bahňité dno, vyššia teplota, rybie pásmo je cejnové, nachádza sa tu veľa planktónu a bentosu [3].

V lotických vodách živé organizmy predstavujú predovšetkým bentos (obyvatelia dna) a nekton (plávajúci živočíchy, napr. ryby) [13].

V lenitickom ekosystéme je výmena látok s okolím málo významná, ekosystém je uzavretý so zreteľnými hranicami, voda sa pohybuje pomaly, rôznymi smermi. Životný priestor je rozdelený na:

- 1) pelagiál- oblasť voľnej vody, trofогénna vrstva, dobre presvetlená oblasť, prebieha tu fotosyntéza, je obývaný planktónom (drobné živočíchy vznášajúce sa alebo plávajúce vo vode) a nektonom (statnejšie živočíchy, napr. ryby)
- 2) bentál- oblasť dna nádrže, trofolytická vrstva, málo presvetlená oblasť, prebiehajú tu rozkladné procesy, je obývaný bentosom (spoločenstvá organizmov žijúcich na pevnom podklade alebo v usadeninách na dne) [13].

Brakický ekosystém je prechodný ekosystém medzi morským a sladkovodným typom vôd. Brakická voda je voda v ústí rieky, kde dochádza k miešaniu slanej a sladkej vody. Živočíchy sú dobre prispôsobené kolísaniu salinity, má na ne veľký vplyv príliv a odliv a je tu veľmi vysoká produktivita [14].

2.3 Slovenská republika

Slovenská republika je stredoeurópska krajina s rozlohou 49 034 km² a s počtom obyvateľov 5,38 milióna. Rozprestiera sa medzi 47°44' až 49°37' severnej šírky (210 km) a 16°50' a 22°34' východnej dĺžky (420 km). Susednými štátmi sú Česko, Poľsko, Ukrajina, Maďarsko a Rakúsko [15].

Plocha územia Slovenskej republiky sa podieľa iba necelou polovicou percenta na ploche Európy. Väčšina územia patrí k horskému systému Západných Karpát a len necelú štvrtinu Slovenskej republiky tvoria nížiny. Najvyššie položeným miestom je Gerlachovský štít (2 655 m n. m.). Reliéf krajiny je značne členitý a rozdiel medzi najvyššie a najnižšie položeným miestom je až 2 561 metrov [15].

Podnebie Slovenska je dané jeho polohou v miernom klimatickom pásme severnej pologule, s pravidelným striedaním ročných období. Približne 38 % územia pokrývajú lesy. Najvyššia dlhodobá priemerná ročná teplota 10,4 °C bola nameraná v okolí Štúrova a najchladnejšie miesto s – 3,7 °C je Lomnický štít vo Vysokých Tatrách. Najsuchšou oblasťou je Podunajská nížina, kde v priemere spadne menej ako 550 mm zrážok ročne. Naopak maximálne hodnoty sú dosiahnuté v okolí Zbojníckej chaty vo Vysokých Tatrách a to vyše 2000 mm zrážok ročne [15].

Voda - súčasť oceánov, pevnín a atmosféry - je najrozšírenejšou látkou v prírode. Západné Karpaty, ktoré zaberajú prevažnú časť Slovenska, tvoria hlavnú európsku rozvodnicu. Pomocou tejto rozvodnice dochádza k začleneniu 96 % územia Slovenska k úmoriu Čierneho mora a 4 % patria úmoriu Baltického mora. Najväčšou európskou magistrálou je Dunaj s prítokmi: Morava, Váh, Hron, Ipel' [15].

Jediným zdrojom vody v našich tokoch sú atmosférické zrážky. Priemerný zrážkový úhrn (762 mm) predstavuje iba 0,03 % z množstva zrážok spadnutých na pevninu. Na území Slovenska pramení 398 m³·s⁻¹ vody, čo predstavuje 14 % z nášho celkového povrchového fondu. Tento fond má široký rozptyl vodnosti – od vysokohorského (Poprad), cez stredohorský a vrchovinný (Váh, Hron, Slaná, Bodva a Hornád) až po nížinný (prítoky Moravy, Ipel' a Bodrog) [15].

Až polovica vody, ktorá na území Slovenska pramení, vďaka povrchu Slovenska odteká za hranice. Snahou slovenských vodohospodárov a ekológov je zachytiť čo najviac vody v povodí a prerozdeliť ho tak, aby sa podľa potreby dalo využívať počas celého roka. Na tento účel slúžia vodné nádrže. Na Slovensku je vybudovaných 54 vodných nádrží s celkovo ovládateľným objemom 1 890 mil. m³ [15].

Slovensko disponuje veľkými zásobami podzemnej vody, ktoré k 1. 1. 2002 predstavovali priemerne 146,7 m³·s⁻¹ prírodných zdrojov podzemných vôd. Z toho je využívaných približne 51,9 %. Ako súčasť podzemných vôd sú považované aj vody termálne. Tie sa využívajú na rekreačné účely v termálnych kúpaliskách, na vykurovanie skleníkov. Slovensko je tiež mimoriadne bohaté na zdroje minerálnych vôd, slúžiace na liečebné účely ale aj ako stolové minerálne vody. Bolo zdokumentovaných okolo 1 470 výverov, pričom kapacita najvýznamnejších z nich je až 700 l·s⁻¹ [15].

2.3.1 Hodnotenie kvality povrchových vôd Slovenska

Hodnotenie kvality povrchových vôd sa robí jedenkrát mesačne a výsledky sú spracované ako priemerné hodnoty počas celého roka. Výslednú správu o kvalite tokov Slovenska spracováva SHMÚ Bratislava. Výsledky laboratórnych rozborov (fyzikálne, chemické, mikrobiologické ukazovatele a vo vybraných miestach ukazovatele rádioaktivity) sa spracovávajú podľa STN 75 7221. V čase spracovania správy sú najaktuálnejšie výsledky vyhodnotenia za rok 2002. V tomto roku bolo bilančne ohodnotených 178 odberných miest a 3 zvláštne miesta v povodí Váhu, kde sa sledovali ukazovatele rádioaktivity. Údaje boli porovnané oproti predchádzajúcemu roku 2001 (tabuľka 3) [19].

Výsledky bilančného stavu kvality povrchových vôd preukázali, že zo 178 odberových miest malo 115 miest priaznivý stav (A), 35 miest vykazovali napätý stav (B) a pasívny stav (C) malo 38 miest odberov. Nepriaznivý pasívny alebo napätý stav spôsobovali ukazovatele v poradí: N-NH_4 , BSK_5 , N-NO_3 , ChSK_{Cr} a rozpustné látky (RL) [19].

Situácia bola v norme až do roku 2007, kedy Slovenská inšpekcia životného prostredia zaevidovala na území Slovenska 97 hlásení o mimoriadnom zhoršení kvality povrchových vôd. Najväčším podielom na vzniku mimoriadneho zhoršenia vôd (MZV) bol ľudský faktor a nevyhovujúci technický stav zariadení, kde sa pracovalo s nebezpečnými látkami. Prehľad škodlivých látok spôsobujúcich mimoriadne zhoršenie kvality povrchových vôd v rámci Slovenska ukazuje tabuľka 4 [9].

Tabuľka 3: Hodnotenie kvality povrchových vôd za rok 2002 a porovnanie s rokom 2001 [19]

Skupina ukazovateľov	Odberné miesto	Trieda kvality podľa STN 75 7221									
		I.		II.		III.		IV.		V.	
		2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
A	počet	12	9	62	81	68	68	22	10	14	10
	%	6,7	5,1	34,8	45,5	38,2	38,2	12,4	5,6	7,9	5,6
B	počet	5	4	79	67	69	84	18	17	7	6
	%	2,8	2,2	44,4	37,6	38,8	47,2	10,1	9,6	3,9	3,4
C	počet	4	2	66	70	62	58	29	32	17	16
	%	2,3	1,1	37,1	39,3	34,8	32,6	16,3	18,0	9,5	9,0
D	počet	0	0	36	29	112	106	25	37	5	6
	%	0	0	20,2	16,3	62,9	59,5	14,1	20,8	2,8	3,4
E	počet	0	0	1	1	12	23	92	108	73	46
	%	0	0	0,6	0,6	6,7	12,9	51,7	60,7	41,0	25,8
F	počet	11	4	4	12	38	45	77	67	16	9
	%	7,5	2,9	2,8	8,8	26,0	32,8	52,7	48,9	11,0	6,6
H	počet	15	15	16	14	0	1	0	0	0	0
	%	48,4	50,0	51,6	46,7	0	3,3	0	0	0	0

Tabuľka 4: Prehľad škodlivých látok v rokoch 2001, 2002 a 2007 [9]

Druh škodliviny	Počet havárií v jednotlivých rokoch		
	2001	2002	2007
Ropné látky	40	64	76
Exkrementy hosp. zvierat	4	9	12
Odpadové vody	10	17	24
Iné látky	1	3	7
Nezistené	7	17	24
Žieraviny	2	5	4
Iné toxické látky	5	3	5

2.4 Váh

Rieka Váh je najdlhšou riekou Slovenska, ktorá pramení na území našej krajiny. Jeho dĺžka je 403 km a plocha povodia je 19 696 km². Z celkovej plochy povodia sa na Slovensku nachádza 18 733 km², čo predstavuje 94 %. Zvyšná časť sa nachádza na území Českej republiky a Poľska [16].

Váh vzniká spojením sútokov dvoch menších riek a to Bieleho a Čierneho Váhu. Biely Váh pramení vo Vysokých Tatrách pod Kriváňom vo výške 2 026 m n. m. a Čierny Váh v Nízkych Tatrách pod Kráľovou Hoľou vo výške 1 660 m n. m. K spojeniu Bieleho a Čierneho Váhu dochádza pri Kráľovej Lehote. Váh sa vlieva v Komárne do Dunaja. Celý tok Váha môžeme rozdeliť na tri oblasti. Týmito oblasťami sú horný Váh po Žilinu, stredný Váh po Piešťany a dolný Váh po ústie [17].

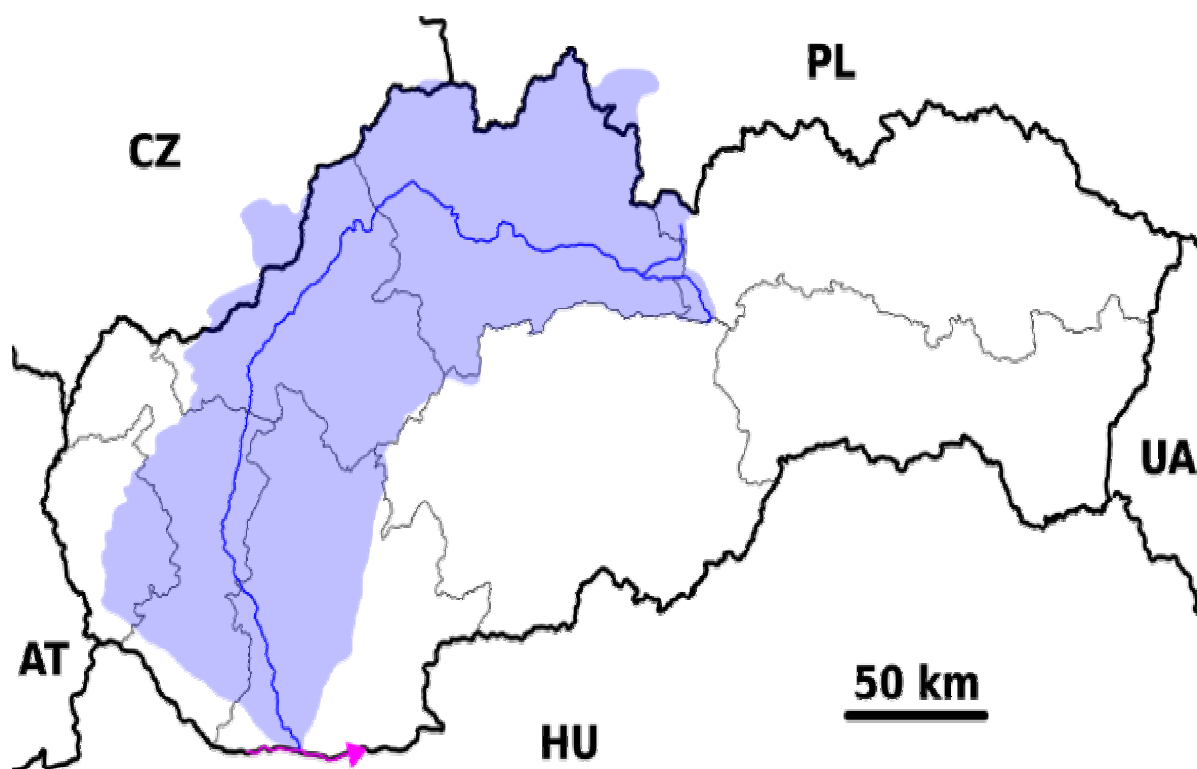
Od sútoku Čierneho a Bieleho Váhu tečie rieka západným smerom až pod Žilinou, kde sa stáča na juh a tento smer si udržiava až po Nové mesto nad Váhom. Ďalej pokračuje juhozápadným, potom južným a nakoniec pred Sereďou po Komárno tečie na juhovýchod [16].

Časť Váhu tvorí európsku kontinentálnu rozvodnicu medzi úmiami Čierneho a Baltického mora. Váh ako najdlhšia rieka Slovenska je tvorená veľkým množstvom prítokov. Medzi najvýznamnejšie pravostranné prítoky patrí Belá, Orava, Kysuca, Vlára a Malý Dunaj a najvýznamnejšími ľavostrannými prítokmi sú Boca, Revúca, Ľubochňanka, Turiec, Rajčanka a Nitra [16].

V minulosti Váh spôsoboval záplavy, preto bola vybudovaná tzv. Vážska kaskáda. Jedná sa o systém priehrad a vodných elektrární. K najvýznamnejším vodným dielam patria Liptovská Mara, Bešeňová, Krpeľany, Vodné dielo Žilina a Hričov, Mikšová, Nosice, Sĺňava, Vodné dielo Drahovce – Madunice, Kráľová a Selice. Ako prvá bola vybudovaná Liptovská Mara (1965-1975). Najnovšie je vybudované Vodné dielo Žilina, ktoré bolo do prevádzky uvedené v rokoch 1997-1998. Vodné nádrže na rieke Váh majú veľké využitie, či ako zásobárne vody, výroba elektrickej energie ale aj na rekreačné účely, vodné športy a splavovanie [17].

Rieka Váh preteká cez 19 slovenských miest. Týmito mestami sú Liptovský Hrádok a Liptovský Mikuláš, Ružomberok, Vrútky, Žilina, Bytča, Považská Bystrica, Púchov, Ilava, Dubnica nad Váhom, Nemšová, Trenčín, Nové Mesto nad Váhom, Piešťany, Leopoldov, Hlohovec, Sereď, Kolárovo a ako posledné Komárno [17].

Blízkosť rieky vedľa obývaných miest a priemyselných zón má svoje výhody aj nevýhody. Výhodami sú možnosť rekreácie, rybolovu, športových aktivít; ako napr. v Liptovskom Mikuláši sa nachádza areál vodného slalomu, cyklotrasy. Priemyselné závody využívajú rieku na vypúšťanie odpadnej vody. Vodné diela slúžia ako zásobárne vody a na nich postavené elektrárne vyrábajú elektrickú energiu. Všetky výhody však prinášajú aj nevýhody. Vody z priemyselných oblastí znečisťujú rieky, kontaminujú sedimenty a tým aj životné prostredie. Priehrady narušujú prirodzený tok vody a pri dlhodobých búrkach hrozí ich pretrhnutie.



Obrázok 2: Rieka Váh [18]

2.4.1 Povodie Váhu

Povodie je územie alebo zberná oblasť od zdroja prameňa až k ústiu, alebo časť povodia od prameňa vodného zdroja po prírodnú alebo umelú prekážku, ktorá bráni rybám v pohybe za túto prekážku. Z povodia je povrchová voda v podobe vodných tokov odvádzaná do jednej určitej rieky alebo jazera [21]. Oblasť povodia Váhu je rozdelená na 30 čiastkových povodí Váhu podľa evidenčného a mapového čísla. U každého čiastkového povodia Váhu je určený tok, miesto odberu a riečny kilometer [20].

Pojem riečny kilometer udáva polohu miesta odberu od toku. To znamená, že číselná hodnota začína v ústí (od 0,0) a postupuje proti smeru toku k prameňu. Tento spôsob sa používa aj v prípade hraničných tokov (sú označené *), kde však udaný riečny kilometer nezodpovedá skutočnej kilometráži. Týka sa to hraničných tokov, pri ktorých sa nezohľadňuje riečny kilometer na území susedného štátu [20].

2.4.2 Čiastkové povodie Váhu

Čiastkové povodie Váhu zasahuje do územia krajov – Žilinského, Trenčianskeho, Trnavského, Nitrianskeho, Bratislavského, Banskobystrického a Prešovského [22].

V roku 2007 bola v čiastkovom povodí Váhu sledovaná kvalita vody v 30 miestach odberu. Z toho počtu bolo 21 miest pozorovaných aj v roku 2006. V prehľadnej tabuľke 5 sú vypísané všetky čiastkové povodia Váhu, spolu s tokom, miestom odberu a riečnym kilometrom [20].

Teoretické zhodnotenie úrovne kontaminácie vodného ekosystému som sa rozhodla previesť na 3 čiastkových povodiach Váhu (v tabuľke 5 označené tučným písmom) v Žilinskom kraji. Žilinská lokalita je zaradená do stredného úseku Váhu.

Vo vybranej lokalite sa nachádzajú dve vodné nádrže a to Vodné dielo Žilina a Vodné dielo Hričov. Váh ako recipient odpadnej vody v tejto oblasti využívajú priemyselné podniky Kia Motors Slovakia, s.r.o., Tento, a.s. Žilina, (obrázok 3), Severoslovenské vodárne a kanalizácie, a.s. ČOV Žilina, Považské chemické závody, a.s., výrobca základných chemikálií Aquachémia s.r.o Žilina, VAS, s.r.o. Žilina. Váh je v tejto oblasti znečisťovaný husto osídlenými aglomeráciami a množstvom sídlisk, ktoré vypúšťajú komunálne odpadné vody do Váhu. Týmito mestami sú najmä Martin, Žilina, Bytča, Považská Bystrica a iné [20].

Tabuľka 5: Čiastkové povodie Váhu [20]

Poradové číslo	Tok	Miesto odberu	Riečny kilometer
21	Biely Váh	Vážec	15,00
22	Váh	Lisková	324,90
23	Váh	Hubová	308,80
24	Polhoranka	Zubrohla	2,70
25	Biela Orava	Pod Lokcou	3,90
26	Orava	Oravský Podzámok	29,40
27	Orava	Kraľovany	0,30
28	Váh	Pod Krpeľanmi	294,20
29	Turieč	Nad sútokom s Pivovarským potokom	6,70
30	Turieč	Vrútky	3,50
31	Váh	Dubná Skala	270,30
32	Varínka	Pod Strážou	4,4
33	Kysuca	Nad Radoľou	8,40
34	Rajčanka	Žilina	1,50
35	Váh	Pod VN Hričov	247,00
36	Biela Voda	Pod Dohňanmi	4,20
37	Váh	Hlohovec	100,70
38	Váh	Nad Sereďou	81,00
39	Váh	Vlčany	41,70
40	Malý Dunaj	Bratislava	126,00
41	Malý Dunaj	Malinovo	114,70
42	Čierna Voda	Senec	31,90
43	Čierna Voda	Nad zaústim Dudváhu	6,00
44	Trnávka	Modranka	8,10
45	Trnávka	Pod ČOV Trnava	4,90
46	Dolný Dudvák	Sládkovičovo	11,30
47	Čierna Voda	Čierna Voda	4,80
48	Malý Dunaj	Kolárovo	2,50
49	Váh	Kolárovo	26,40
50 *	Váh	Komárno	1,50

2.4.2.1 Zhodnotenie úrovne kontaminácie Váhu v Žilinskom kraji podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z. z. a STN 75 7221 za obdobie 2006-2007

V troch spomínaných čiastkových povodiach Váhu a to Váh – Dubná Skala, Rajčanka – Žilina a Váh – Pod VN Hričov, na ktoré som sa rozhodla zamerať, boli sledované určité skupiny ukazovateľov kvality povrchových vôd. Týmito skupinami sú:

- A – kyslíkový režim (napr. rozpustený kyslík, BSK₅ (ATM), ChSK_{Mn}, ChSK_{Cr}),
- B – základné fyzikálno-chemické ukazovatele (napr. reakcia vody, teplota vody, vápnik, horčík chloridy, sírany),
- C – nutrienty (napr. amoniakálny a dusičnanový dusík, organický a celkový dusík),
- D – biologické ukazovatele (napr. sapróbny index biosestónu),
- E – mikrobiologické ukazovatele (napr. koliformné baktérie, termotolerantné koliformné baktérie, fekálne streptokoky),
- F – mikropolutanty ďalej rozdelené na anorganické (napr. Al, Cd, Cu, Ni, Pb, Hg, Zn) a organické polutanty (napr. fenoly prchajúce s vodnou parou, benzén, benzo(a)pyrén),
- H – rádioaktivita (napr. celková objemová aktivita alfa a beta),
- neklasifikované ukazovatele (napr. dusitanový dusík, dusitanové a dusičnanové ióny, Hg, Cd, Pb, As, Cu rozpustené po filtrácií)
- pesticídy (napr. Carboxin, Diuron),
- špecifické organické látky (napr. anilín, benزيدín),
- polyaromatické uhľovodíky (napr. antracén, fenantrén, flourén, chryzén, pyrén) ,
- prchavé aromatické uhľovodíky (napr. styrén, toluén, xylény),
- organochlórované pesticídy (napr. DDT, heptachlór),
- polychlorované bifenyly (napr. PCB 8, PCB 28),
- aldehydy (napr. acetaldehyd, benzaldehyd, acetón) a
- prchavé alifatické uhľovodíky (napr. 1,1,2-trichlóretylén, dichlórmétán, chloroform) [20].

Ku každej skupine ukazovateľov boli vybrané len tie ukazovatele, ktoré som pokladala za dôležité spomenúť, buď z hľadiska toxicity na životné prostredie alebo tie, ktoré podľa hodnotenia nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 296/2005 Z. z. vykazovali nepriaznivý stav. Tabuľka 6 znázorňuje hodnoty ukazovateľov čiastkového povodia Váhu meraného pri Dubnej Skale, tabuľka 7 popisuje oblasť Rajčanka – Žilina a tabuľka 8 oblasť merania kvality povrchovej vody pod Vodnou nádržou Hričov.

V tabuľkách 9, 10 a 11 bola pozornosť zameraná na stanovenie fekálneho a bakteriálneho znečistenia. Ukazovateľmi tohto znečistenia boli koliformné, termotolerantné koliformné baktérie a fekálne streptokoky. Vo všetkých odberných miestach, Váh – Dubná Skala (tabuľka 9), Rajčanka – Žilina (tabuľka 10) a Váh – Pod VN Hričov (tabuľka 11) bol pozorovaný výskyt týchto ukazovateľov vo zvýšenej hodnote oproti odporúčanej hodnote podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z. z.

Tabuľka 6: Váh – Dubná Skala, riečny kilometer 270,30 [20]

Ukazovateľ	Značka	Jednotka	Priemerné hodnoty		Počet meraní	Metóda stanovenia	Trieda kvality podľa STN 75 7221	Odporúčaná hodnota podľa NV SR 296/2005	Hodnotenie podľa NV SR 296/2005
			2006	2007					
Rozpustený kyslík	O ₂	mg·l ⁻¹	10,67	10,28	24	Elektrometrická	I	> 5	A
Chem. spotr. O ₂ Cr	ChSK _{Cr}	mg·l ⁻¹	11,83	10,75	24	Titračná – s Cr ₂ O ₇	II	35	A
Bioch.spot.O ₂ (ATM)	BSK ₅ (ATM)	mg·l ⁻¹	2,25	2,44	24	Elektrometrická	II	7	A
Reakcia vody	pH		8,05	8,11	24	Elektrometrická	II	6,0 – 8,5	A
Teplota vody	t	°C	8,6	11,13	24	Priama	I	26	A
Rozpusťné látky	RL	mg·l ⁻¹	207	215	23	Gravimetrická	I	1000	A
Chloridy	Cl ⁻	mg·l ⁻¹	7,98	7,99	24	Titračná - Mohrova	I	200	A
Sírany	SO ₄ ²⁻	mg·l ⁻¹	27,17	31,46	24	Izotachoforéza	I	250	A
Amoniakálny dusík	N-NH ₄	mg·l ⁻¹	0,09	0,065	23	Spektrofotometrická	I	1	A
Dusičnanový dusík	N-NO ₃	mg·l ⁻¹	1,246	1,105	23	Izotachoforéza	II	5	A
Organický dusík	N _{org.}	mg·l ⁻¹	0,85	--	7	Výpočet	III	2,5	A
Celkový dusík	N _{celk.}	mg·l ⁻¹	2,2	2,182	18	Spektrometrická	II	9	A
Sapr.ind. biosestonu	SI-bios		1,753	1,755	23	Mikroskopická	II	2,4	A
Ortuť	Hg	μg·l ⁻¹	0,0317	--	6	AAS	I	0,2	A
Benzo(a)pyrén	BZP	μg·l ⁻¹	--	0,004	12	GC	I	0,05	A
Dusitanový dusík	N-NO ₂	mg·l ⁻¹	0,0263	0,017		Spektrofotometrická		0,02	N
Rozpus. látky žihané	RAS	mg·l ⁻¹	146	154	23	Gravimetrická		640	A
Celková tvrdosť		mmol·l ⁻¹	1,507	1,426	13	Titračná – s EDTA			
Toluén		μg·l ⁻¹	--	0,4	11	GC		50	A
Suma xylén		μg·l ⁻¹	--	0,482	11	GC		50	A
1,1,2-trichlóretylén		μg·l ⁻¹	--	1,1		GC		1	N
Pyrén		μg·l ⁻¹	--	0,0148	12	GC			
Naftalén		μg·l ⁻¹	--	0,2368	12	GC		10	A
Hexachlóbenzén		μg·l ⁻¹	--	0,02	12	GC		0,05	A

Tabuľka 7: Rajčanka – Žilina, riečny kilometer 1,50 [20]

Ukazovateľ	Značka	Jednotka	Priemerné hodnoty		Počet meraní	Metóda stanovenia	Trieda kvality podľa STN 75 7221	Odporúčaná hodnota podľa NV SR 296/2005	Hodnotenie podľa NV SR 296/2005
			2006	2007					
Rozpustený kyslík	O ₂	mg·l ⁻¹	11,84	13,73	16	Elektrometrická	I	> 5	A
Chem. spotr. O ₂ Cr	ChSK _{Cr}	mg·l ⁻¹	10,58	11,5	16	Titračná – s Cr ₂ O ₇	I	35	A
Bioch.spot.O ₂ (ATM)	BSK ₅ (ATM)	mg·l ⁻¹	2,42	2,23	16	Elektrometrická	II	7	A
Reakcia vody - pH	pH		8,24	8,36	16	Elektrometrická	II	6,0 – 8,5	A
Teplota vody	t	°C	7,98	7,70	16	Priama	I	26	A
Rozpustné látky	RL	mg·l ⁻¹	252	--	12	Gravimetrická	I	1000	A
Chloridy	Cl ⁻	mg·l ⁻¹	7,16	6,23	15	Titračná - Mohrova	I	200	A
Sírany	SO ₄ ²⁻	mg·l ⁻¹	24	26,05	15	Izotachoforéza	I	250	A
Amoniakálny dusík	N-NH ₄	mg·l ⁻¹	0,203	0,064	16	Spektrofotometrická	II	1	A
Dusičnanový dusík	N-NO ₃	mg·l ⁻¹	1,514	0,949	16	Izotachoforéza	II	5	A
Celkový dusík	N _{celk.}	mg·l ⁻¹	3,1	2,175	6	Spektrometrická	II	9	A
Celkový fosfor	P _{celk.}	mg·l ⁻¹	0,0608	--	12	Spektrofotometrická	I	0,4	A
Sapr.ind. biosestonu	SI-bios		2,038	--	12	Mikroskopická	III	2,4	A
Ortuť	Hg	μg·l ⁻¹	--	0,017	1	AAS	I	0,2	A
Nikel	Ni	μg·l ⁻¹	--	1,89l	1	AAS	I	20	A
Aktívny chlór	akt. Cl	mg·l ⁻¹	--	0,04			II	0,02	N
Dusitanový dusík	N-NO ₂	mg·l ⁻¹	0,0293	0,0245		Spektrofotometrická		0,02	N
Dusitanové ionty	NO ₂ ⁻	mg·l ⁻¹	0,0976	0,0818	16	Spektrofotometrická			
Dusičnanové inoty	NO ₃ ⁻	mg·l ⁻¹	6,59	4,13	16	Izotachoforéza			
Rozpus. látky žíhané	RAS	mg·l ⁻¹	168	--	12	Gravimetrická		640	A
Celková tvrdosť		mmol·l ⁻¹	--	2,05	4	Titračná – s EDTA			
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	mg·l ⁻¹	0,14	0,0975	6	Fotometrická s činid.			
Abiosestón (kvant.)	%		18	--	10	Mikroskopická			
Absor. org.halogény	AOX	μg·l ⁻¹	11,9667	--	3	Coulometria		20	A

Tabuľka 8: Váh – Pod VN Hričov, riečny kilometer 247,00 [20]

Ukazovateľ	Značka	Jednotka	Priemerné hodnoty		Počet meraní	Metóda stanovenia	Trieda kvality podľa STN 75 7221	Odporúčaná hodnota podľa NV SR 296/2005	Hodnotenie podľa NV SR 296/2005
			2006	2007					
Rozpustený kyslík	O ₂	mg·l ⁻¹	10,92	10,56	24	Elektrometrická	I	> 5	A
Chem. spotr. O ₂ Cr	ChSK _{Cr}	mg·l ⁻¹	12,17	10,67	24	Titračná – s Cr ₂ O ₇	II	35	A
Bioch.spot.O ₂ (ATM)	BSK ₅ (ATM)	mg·l ⁻¹	2,85	3,17	24	Elektrometrická	II	7	A
Reakcia vody - pH	pH		8,15	8,21	24	Elektrometrická	II	6,0 – 8,5	A
Teplota vody	t	°C	9,25	12,04	24	Priama	I	26	A
Rozpustné látky	RL	mg·l ⁻¹	209	200	23	Gravimetrická	I	1000	A
Amoniakálny dusík	N-NH ₄	mg·l ⁻¹	0,131	0,116	24	Spektrofotometrická	I	1	A
Dusičnanový dusík	N-NO ₃	mg·l ⁻¹	1,206	1,306	24	Izotachoforéza	II	5	A
Organický dusík	N _{org.}	mg·l ⁻¹	0,717	--	7	Výpočet	II	2,5	A
Celkový dusík	N _{celk.}	mg·l ⁻¹	2,129	2,236	18	Spektrometrická	II	9	A
Sapr.ind. biosestonu	SI-bios		1,853	1,911	23	Mikroskopická	III	2,4	A
Ortuť	Hg	μg·l ⁻¹	--	0,03	4	AAS	I	0,2	A
Benzo(a)pyrén	BZP	μg·l ⁻¹	--	0,0027	11	GC	I	0,05	A
Dusitanový dusík	N-NO ₂	mg·l ⁻¹	0,0204	00203		Spektrofotometrická		0,02	N
Rozpus. látky žíhané	RAS	mg·l ⁻¹	142	146	23	Gravimetrická		640	A
Chloroform	CHCl ₃	μg·l ⁻¹	--	1,4		GC		1	N
Toluén		μg·l ⁻¹	--	0,3	11	GC		50	A
Suma xylén		μg·l ⁻¹	--	0,4	11	GC		50	A
Fluórantrén		μg·l ⁻¹	--	0,00913	12	GC		0,1	A
Antracén		μg·l ⁻¹	--	0,0039	11	GC			
Pyrén		μg·l ⁻¹	--	0,0096	11	GC			
Naftalén		μg·l ⁻¹	--	0,2329	11	GC		10	A
Hexachlóbenzén		μg·l ⁻¹	--	0,02	12	GC		0,05	A
1,1,2-trichlóetylén		μg·l ⁻¹	--	1,192		SPE		1	N

Tabuľka 9: Váh – Dubná Skala, riečny kilometer 270,30 [20]

Ukazovateľ	Značka	Jednotka	Priemerné hodnoty		Počet meraní	Metóda stanovenia	Trieda kvality podľa STN 75 7221	Odporúčaná hodnota podľa NV SR 296/2005	Hodnotenie podľa NV SR 296/2005
			2006	2007					
Koliformné baktérie	KOLI	KTJ·ml ⁻¹	102	109	23	Kultivačná	IV	100	N
Termotol.koli.baktérie	TEKOLI	KTJ·ml ⁻¹	24	17	23	Membránové filtre	IV	20	N
Fekálne streptokoky	FEKOKY	KTJ·ml ⁻¹	14	13	23	Membránové filtre	IV	10	N

Tabuľka 10: Rajčanka – Žilina, riečny kilometer 1,50 [20]

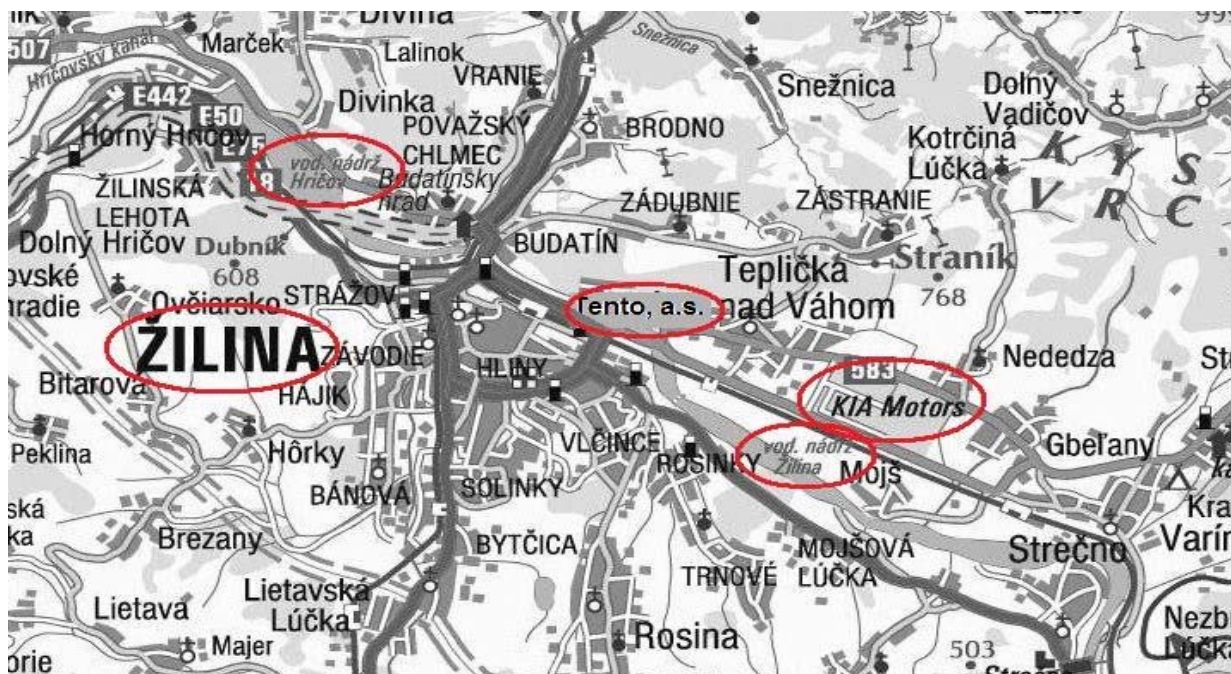
Ukazovateľ	Značka	Jednotka	Priemerné hodnoty		Počet meraní	Metóda stanovenia	Trieda kvality podľa STN 75 7221	Odporúčaná hodnota podľa NV SR 296/2005	Hodnotenie podľa NV SR 296/2005
			2006	2007					
Koliformné baktérie	KOLI	KTJ·ml ⁻¹	150	--	12	Kultivačná	IV	100	N
Termotol.koli.baktérie	TEKOLI	KTJ·ml ⁻¹	68	--	11	Membránové filtre	IV	20	N
Fekálne streptokoky	FEKOKY	KTJ·ml ⁻¹	42	--	11	Membránové filtre	IV	10	N

Tabuľka 11: Váh – Pod VN Hričov, riečny kilometer 247,00 [20]

Ukazovateľ	Značka	Jednotka	Priemerné hodnoty		Počet meraní	Metóda stanovenia	Trieda kvality podľa STN 75 7221	Odporúčaná hodnota podľa NV SR 296/2005	Hodnotenie podľa NV SR 296/2005
			2006	2007					
Koliformné baktérie	KOLI	KTJ·ml ⁻¹	137	131	23	Kultivačná	IV	100	N
Termotol.koli.baktérie	TEKOLI	KTJ·ml ⁻¹	18	24	22	Membránové filtre	IV	20	N
Fekálne streptokoky	FEKOKY	KTJ·ml ⁻¹	8	11	11	Membránové filtre	IV	10	N

Tabuľka 12: Prehľad nevyhovujúcich ukazovateľov kvality vody vo zvolenom úseku Váhu [19]

Tok	Miesto odberu	Hodnotenie podľa NV č. 296/2005 Z. z.				podľa STN 757221	
		Nevyhovuje pre tieto ukazovatele				IV. trieda	V. trieda
		základné fyzikálno-chemické	Biologické a mikrobiologické	Mikropolutanty	Organické polutanty		
Váh	Dubná Skala	N-NO ₂	koli, tekoli, fekoky		1,1,2-trichlóretylén	koli, tekoli, fekoky	
Rajčanka	Žilina	N-NO ₂	koli, tekoli, fekoky	akt. Cl		koli, tekoli, fekoky	
Váh	Pod VN Hričov	N-NO ₂	koli, tekoli, fekoky		1,1,2-trichlóretylén, chloroform	koli, tekoli, fekoky	



Obrázok 3: Významné stavby ovplyvňujúce kvalitu Váhu [24]

2.4.2.2 Slovné zhodnotenie úrovne kontaminácie Váhu v Žilinskom kraji podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z. z. a STN 75 7221 za obdobie 2006-2007

V predchádzajúcich tabuľkách (tabuľky 6 – 11) je možno vidieť vybrané ukazovatele kvality povrchových vôd. V každom mieste odberu došlo k prekročeniu aspoň dvoch limitov podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z. z.

V mieste odberu Váh – Dubná Skala bolo zaznamenaných päť prekročení limitov. Týmito ukazovateľmi sú koliformné baktérie, termotolerantné koliformné baktérie, fekálne streptokoky, dusitanový dusík a 1,1,2-trichlóretylén. Ukazovatele boli zatriedené do IV. triedy kvality. Prekročenie hodnôt nebolo až tak výrazné, ako u prítoku Rajčanky.

Na prítoku Rajčanka v mieste odberu Rajčanka – Žilina je zjavný vplyv minerálnych a bazénových vôd z kúpaliska Veronika, Slovenských liečebných kúpeľov – Rajecké Teplice a komunálnych odpadných vôd z ČOV Rajec [20]. Ukazovatele sú podľa STN 75 7221 zatriedené do I.-IV. triedy kvality, pričom IV. triedu kvality spôsobujú všetky mikrobiologické ukazovatele. Oproti odporúčanej hodnote podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z. z. hodnoty ukazovateľov značne prekročovali odporúčané limitné hodnoty, v niektorých prípadoch až o 4násobok. Nevyhovujúce limitom nariadenia vlády boli tiež ukazovatele aktívny chlór a dusitanový dusík.

V mieste odberu Váh – Pod VN Hričov bolo zaznamenaných šesť prekročení limitov nariadenia vlády. Päť ukazovateľov je totožných ako u odberného miesta na prítoku Rajčanky. Posledným šiestym ukazovateľom je chloroform, ktorý v roku 2006 nebol hodnotený a v nasledujúcom roku vykazoval zvýšenú hodnotu. Všetky mikrobiologické ukazovatele boli zaradené do IV. predposlednej triedy kvality.

Rieku Váh v profile Žiliny môžeme hodnotiť ako znečistený tok so zaradením do III. triedy čistoty – t.j. znečistená voda. Na zhoršenej kvalite vody sa podieľa predovšetkým osídlenie, čo dokumentujú hlavne nevyhovujúce ukazovatele biologického a mikrobiologického znečistenia [25].

V tabuľke 12 je prehľad všetkých ukazovateľov, ktoré vykazovali zvýšenú hodnotu oproti odporúčanej hodnote nariadenia vlády. Najviac prekročení bolo hodnotených pre ukazovateľ dusitanový dusík, kde zo všetkých 30 miest odberu 23 nesplnilo limit. Aj vo všetkých mnou vybraných miestach odberu na povodí Váhu bola potvrdená zvýšená hodnota dusitanového dusíku, ktorá prekračovala odporúčané hodnoty. Ďalším ukazovateľom s nepriaznivým stavom, u ktorého bolo zistené vysoké percento prekročenia bol aktívny chlór, kde bolo z 30 miest odberov prekročenie 14krát. Časté prekročenie limitov nariadenia vlády bolo pozorované u mikrobiologických ukazovateľov, ako sú termotolerantné koliformné baktérie (14krát), fekálne streptokoky (13krát) a koliformné baktérie (8 krát). Tak isto ako dusitanový dusík, tak aj mikrobiologické ukazovatele boli zaradené medzi nevyhovujúce ukazovatele vo všetkých troch odberných miestach. Minimálny počet prekročení (1krát v roku 2007) bol vyhodnotený pre ukazovatele: chloroform a 1,1,2-trichlóretylén [20].

2.4.2.3 Znečistenie vypúšťané do Váhu v roku 2007

Na celom území Slovenska bola v roku 2007 hodnotená kvalita povrchových vôd v 124 miestach odberov podľa nariadenia vlády č. 296/2005 Z. z. Bilančne hodnotených bolo 100 miest odberov podľa všeobecných kvalitatívnych požiadaviek pre povrchové vody a 7 miest odberov podľa kvalitatívnych cieľov povrchovej vody určenej na odber pre pitnú vodu. Bilančné hodnotené miesta spĺňali podmienku minimálneho počtu odberov – 4 odbery. Bilančný stav povrchových vôd v roku 2007 bol vypočítaný pre ukazovatele BSK₅ (ATM), ChSK_{Cr}, RL, N-NH₄ a N-NO₃. Významný znečisťovatelia povrchových vôd, ktorí v roku 2007 vypustili do tokov znečisťujúce látky predstavujúce viac ako 200 ton BSK₅, alebo 300 ton ChSK_{Cr}, alebo 200 ton NL, alebo 5 ton ropných látok, sú znázornení v mapovej prílohe [9].

Do povodia rieky Váh bolo v roku 2007 vypustených 162 017,062 tisíc m³·rok⁻¹ odpadných vôd. Z tohto množstva vypúšťaných odpadných vôd z bodových zdrojov znečistenia za rok 2007 bolo približne 94 % odpadných vôd čistených. Najväčší podiel (63 %) majú splaškové a komunálne odpadné vody [9].

Medzi významné zdroje znečistenia rieky Váh patria Liptovská vodárenská spoločnosť, a.s. ČOV Liptovský Mikuláš, Mondi Business Paper a.s. ČOV Ružomberok, Severoslovenské vodárne a kanalizácie a.s. ČOV Žilina a Duslo a.s., ČOV. Ukazovatele, ktoré boli hodnotené a stanovované, sú BSK₅, ChSK_{Cr}, NL, NEL-UV a NEL-IC [9].

Liptovská vodárenská spoločnosť, a.s. vypúšťa odpadnú vodu do Váhu na 345 riečnom kilometri. Celkové množstvo odpadnej vody, ktoré je do Váhu odvedené za rok 2007, je 14 278 409 m³·rok⁻¹. K vážnejšiemu prekročeniu hodnôt, oproti limitným hodnotám, došlo pri vypúšťaní znečistenia indikujúcich ChSK_{Cr} a NL. Z dovoľených 300 ton ročne ChSK_{Cr} došlo k prekročeniu až o dvojnásobok, presne 605,52 ton za rok a u NL došlo k vypusteniu 331,27 ton za rok, oproti dovoľeným 200 ton za rok NL. Spôsob čistenia odpadnej vody aký Liptovská vodárenská spoločnosť, a.s. ČOV Liptovský Mikuláš využíva je mechanické a to odstraňovanie hrubých nečistôt (hrablice), odstraňovanie štrku a piesku (lapače piesku), gravitačné zachytenie olejov a tukov a primárna sedimentácia. Posledný krok čistenia je biologický a to aktivačné so zvýšeným odstraňovaním dusíka (nitrifikácia – denitrifikácia) [9].

Spoločnosť Mondi Business Paper a.s. na 314,8 riečnom kilometri vypúšťa do Váhu ročne 33 811 916 m³·rok⁻¹ odpadných vôd. ChSK_{Cr}, ktorého odporúčaná hodnota je 300 ton za rok, veľmi výrazne v tejto lokalite prevyšuje určenú hodnotu. Hodnota nameranej ChSK_{Cr} v tejto oblasti je až 3 257,61 ton za rok. Ďalšími ukazovateľmi, ktoré boli prekročené sú BSK₅ 263,84 ton za rok a NL 217,51 ton ročne. Mechanický spôsob čistenia odpadnej vody spoločnosťou Mondi Business Paper a.s. ČOV Ružomberok je totožný ako využíva Liptovská vodárenská spoločnosť, a.s. ČOV Liptovský Mikuláš, avšak krok gravitačného zachytenia olejov a tukov tu chýba. Ako biologické čistenie používajú aktivačný spôsob. [9] Používané spôsoby čistenia nie sú dostačujúce, keďže ukazovateľ ChSK_{Cr} bol v tejto oblasti tak značne prekročený.

Spoločnosť Severoslovenské vodárne a kanalizácie a.s. na riečnom kilometri 242,8 je najekologickejšou spoločnosťou zo spomínaných spoločností na Váhu, pretože z $16\,791\,101\text{ m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$ množstva vypúšťaných vôd nedošlo v roku 2007 k prekročeniu žiadneho ukazovateľa, ktoré boli hodnotené na celom území Slovenska [9]. Môžeme hodnotiť, že používaný mechanický a aj biologický spôsob čistenia je dostačujúci a neznečisťuje životné prostredie.

Duslo, a.s. Šaľa, ktoré sa počas svojej histórie vyprofilovalo na výrobcu hnojív európskeho významu a globálneho dodávateľa gumárskych chemikálií, sa nachádza na riečnom kilometri 53,9. Do rieky Váh vypúšťa ročne $6\,923\,246\text{ m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$ množstva odpadnej vody. K prekročeniu určenej hodnoty došlo u ChSK_{Cr} 605,47 tok za rok a NL 206,19 ton ročne. Boli indikované aj NEL-IČ, ktoré neprekračovali dovolenú hodnotu. Spoločnosť Duslo, a.s. Šaľa využíva na čistenie odpadných vôd ako mechanický tak aj biologický a chemický spôsob čistenia. Mechanickým je primárna sedimentácia, biologickým aktivačné so zvýšeným odstraňovaním dusíka a chemickým spôsobom čistenia je zrážanie, koagulácia, flokulácia a neutralizácia [9].

Bilančný stav v čiastkovom povodí Váhu je hodnotený ako priaznivý bilančný stav vo všetkých bilancovaných miestach odberov [9].

2.5 Toxicita vybraných ukazovateľov kvality povrchovej vody

2.5.1 Chloridy

Chlór sa v organizme vyskytuje ako Cl^- a je pre život živého organizmu nevyhnutný. Elementárny chlór Cl_2 je plyná látka, ktorá dráždi respiračný trakt. Pokiaľ nemá intoxikácia za následok smrť, prejaví sa pľúcnym edémom alebo zápalom pľúc [36]. Chlorid ako aniont Cl^- je netoxický. Toxicita závisí iba na prítomnom kationte. Chloridy sú dôležitou súčasťou našej potravy. Zatiaľ čo chlorid sodný NaCl je pre človeka skoro netoxický (toxický až nad 200 g), v prípade chloridu draselného KCl sú známe otravy už po dávke 15 g. Pri dlhodobej expozícii prachu chloridov o vysokej koncentrácii môže dôjsť k poškodeniu nosnej priehradky [27].

2.5.2 Sírany

Sírany SO_4^{2-} sú soli kyseliny sírovej. Sírany, na rozdiel od kyseliny sírovej, ktorá je silná kyselina s dehydratačnými účinkami a leptajúca dýchacie cesty, sú netoxické, záleží však na kationte, ktorý nesú (Na, K, Mg). Sírany sa používajú ako prehľadadla [28].

2.5.3 Zlúčeniny dusíka

Zlúčeniny odvodené od dusíka sú veľmi početné a hlavný význam majú v organickej chémii. Z anorganických zlúčenín sú dôležité oxidy dusíku a od nich odvodené kyseliny a amoniak, ktorý je veľmi dráždivý a leptá sliznicu. Najčastejšie sa však v toxikológii a ekotoxikológii sústreďuje pozornosť na oxidy dusíku (NO_x) a to oxid dusný N_2O , oxid dusnatý NO a oxid dusičitý NO_2 [26]. Oxidy dusíku, tak sa z praktických dôvodov označuje zmes oxidu dusnatého a dusičitého v premenlivom pomere, pretože zmes týchto oxidov sa v atmosfére vyskytuje spolu. Oxid dusnatý sa vzdušným kyslíkom oxiduje na oxid dusičitý a ten sa vplyvom UV žiarenia zo slnka rozkladá opäť na oxid dusnatý a kyslík. Oxid dusičitý dráždi oči, dýchacie cesty a spôsobuje methemoglobinémiu. Chronické otravy majú za následok zväčšenie počtu červených krviniek a zvýšenú kazovosť zubov. Akútna otrava (pri koncentráciách okolo $90 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$) sa väčšinou prejaví až po niekoľkých hodinách, čo zvyšuje riziko vážnejších následkov [29].

Dusičnany sa vyskytujú vo vode v jednoduchéj iónovej forme NO_3^- , pretože všetky dusičnany sú rozpustné. Ich zdrojom sú atmosférické zrážky (búrky) a nadmerné používanie hnojív. Pri biochemických premenách môžu byť dusičnany redukované na dusitany, prípadne až na elementárny dusík. Dusičnany sú pre človeka málo škodlivé, pretože sú z tela pomerne rýchlo vylúčené [10].

Zlúčeniny dusíka sú hlavnou zložkou minerálnych dusíkatých hnojív. Tie sa aplikujú do pôdy za účelom zlepšenia dusíkatej výživy rastlín. Môžu obsahovať amoniakálny dusík, dusičnanový dusík alebo dusík amidický alebo ich zmes. Je reálne nebezpečenstvo, že rastlinami nevyužitý dusík sa môže dostávať do vodných zdrojov transportom.

Do povrchovej vody sa môžu hnojivá dostať horizontálnym transportom alebo presakovaním do podzemnej vody. Znečisťujúco pôsobia hlavne dusičnany, ktoré sa do pôdy dostávajú buď priamo z vody alebo v pôde vznikajú premenami pôdneho a hnojivového dusíka. Z dôvodu veľkého znečisťujúceho potenciálu dusičnanov je nevyhnutné dôsledne dodržiavať zásady aplikácie dusičnanových hnojív (vrátane dusíka z organických hnojív). Pri hnojení dusíkom nehnojíme pôdu, ale rastlinu. Preto je možné aplikovať dusíkaté hnojivá len k pestovaným rastlinám a v takých dávkach, ktoré zodpovedajú potenciálu rastlín využiť ho na tvorbu úrody. Hnojenie dusíkom do zásoby je zakázané [30].

Každý vlastník a užívateľ poľnohospodárskych a lesných pozemkov je povinný obhospodarovať ju takým spôsobom, aby uchoval vodárensky vhodné podmienky z hľadiska množstva a akosti vôd a aby napomáhal k zlepšeniu vodohospodárskych pomerov. Každý kto zaobchádza s látkami, ktoré môžu ohroziť akosť alebo zdravotnú závadnosť povrchových alebo podzemných vôd, je povinný zachovávať osobitné predpisy, aby nedošlo k ohrozeniu akosti a kvality povrchovej a podzemnej vody. Za porušenie povinností zákona o vodách v Slovenskej republike, môže byť za nedovolené nakladanie s látkami škodiacimi vodám uložená pokuta do výšky 16 700 € (503 104,- Sk) [30].

2.5.4 Ortuť

Ortuť patrí do 2. b skupiny periodického systému s atómovým číslom 80 a relatívnou atómovou hmotnosťou 200,6. V životnom prostredí sa ortuť nachádza v rôznych chemických a fyzikálnych formách. Pri akútnej expozícii vysokými koncentraciami nasýtených par elementárnej ortuti sú kritickým orgánom pľúca a u postihnutého človeka vzniká bronchitída. Pri chronickej expozícii kovovou ortuťou je kritickým orgánom mozog. Počiatočnými príznakmi je slabosť, únava, závrate, nechutenstvo. Z toxikologického hľadiska medzi najznámejšie anorganické zlúčeniny ortuti patrí chlorid ortuťnatý HgCl_2 , dusičnan ortuťnatý $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, kyanid a oxykyanid ortuťnatý. Pri akútnej intoxikácii sú postihnutým orgánom ľadviny a tráviace ústroje. Behom 24 hodín sa vyvinie obraz zlyhania ľadvín s nekrózou. Jednou z najtoxickjších organických zlúčenín ortuti je metylortuť. V posledných desaťročiach spôsobila otravy u ľudí, ktorí konzumovali kontaminované rybie mäso. Metylortuť je podľa expertov IARC možný ľudský karcinogén [31].

2.5.5 Nikel

Nikel patrí do 8. b skupiny s atómovým číslom 28 a relatívnou hmotnosťou 58,7. Nikel sa v prírode vyskytuje prevažne vo forme sulfidov a kremičitanov [31]. Najzávažnejším následkom spravidla dlhodobej expozície niklu u človeka je výskyt rakoviny pľúc, nosných dutín a niekedy aj hrtana. Výskumy ukázali, že zo zlúčenín niklu sú z hľadiska karcinogénnych účinkov najnebezpečnejšie sulfidy a oxidy. Predpokladá sa, že karcinogenita uvažovaná u karbonylu niklu bola pravdepodobne zveličovaná. Riziko expozície prichádza v úvahu predovšetkým pri výrobe a rafinácii niklu. Nikel a jeho zlúčeniny majú veľký podiel na vzniku kožných chorôb u ľudí. Odhaduje sa, že 3 – 5 % ľudí s kožnými problémami reagujú pozitívne na nikel a jeho zlúčeniny [32].

2.5.6 Chloroform

Chloroform alebo trichlórmétán CHCl_3 je výborné nehorľavé rozpúšťadlo nemiešajúce sa s vodou a so zvláštnym zápachom po ovocí. Čistý chloroform sa vplyvom svetla a vzdušného kyslíka rozkladá na fosgen a chlorovodík, ktoré po vdýchnutí vyvolávajú poleptanie horných dýchacích ciest a edém pľúc. Chloroform bol používaný v lekárstve ako anestetikum. Rozdiel medzi narkotickou dávkou a dávkou spôsobujúcou zástavu dychu a smrť bol však tak malý, že dneska je chloroform považovaný za úplne nevhodný pre terapeutické účely. Hlbokú narkózu vyvolávajú koncentrácie už okolo 1,5 %. Poškodzuje srdce, pečeň a ľadviny [28].

2.5.7 Polychlórované bifenyly

Polychlórované bifenyly (PBC) sú zmesi syntetických a organických látok. Technické zmesi sú využívané v praxi ako náplne do transformátorov, prísady do farieb a iné. Toxicita závisí od stupňa chlorácie. Akútna jedovatosť nie je veľká. U experimentálnych zvierat a ľudí, ktorí boli vystavení expozícií PCB, bola zistená rada zdravotných problémov. Patríli medzi ne zníženie telesnej hmotnosti, chlórakné, opuchy, poruchy metabolizmu, reprodukcie a imunitnej činnosti. PCB vykazujú vysokú hepatotoxicitu, zvlášť p-chlórované, až hepatokarcinogenitu. Prenikajú kožou, kde sa kumulujú v tukových tkaniach a pomaly sa metabolizujú. Pri spaľovaní materiálov obsahujúcich PCB sa tvoria často dioxiny [33].

PCB sa do ľudského organizmu dostanú hlavne cez potravinový reťazec, pričom ten začína kontaminovanou poľnohospodárskou pôdou a na kontaminovanej pôde pestovanými plodinami. Úlohou štúdie bolo sledovanie vplyvu hnojív a aktívneho uhlia ako stabilizátorov PCB v pôdnom prostredí. Kontaminácia rastlín cez koreňový systém je často uvádzaná ako jedna z možností vstupu PCB do rastlín. Imobilizácia tohto xenobiotika vhodne zvoleným prídavkom môže výrazne prispieť ku hygienickej kvalite na kontaminovanej pôde pestovaných rôznych druhov rastlín. Záver štúdie dokázal, že na kvalite zrna sa najvýraznejšie prejavil prídavok aktívneho uhlia do pôdy. Získané výsledky naznačujú smer výskumu v tejto oblasti, ale hlavne potrebu preveriť iné často v tejto oblasti pestované plodiny a vplyv účinku týchto predpokladaných imobilizátorov PCB [34].

2.5.8 Polycyklické aromatické uhľovodíky

Polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU) sú uhľovodíky, ktoré v molekule obsahujú dva alebo viac aromatických benzénových kruhov. Medzi typických zástupcov PAU patrí antracén, fenantrén, chryzén, naftalén, pyrén. PAU vznikajú najmä pri nedokonalom spaľovaní organického materiálu. Významným zdrojom sú lesné a prerievové požiare. Do vodných zdrojov sa PAU dostávajú priamymi vstupmi, suchou alebo mokrou depozíciou z atmosféry a vyplavovaním zo sedimentov a pôdy. Sedimentácia, ktorá má pravdepodobne najväčší význam z mechanizmov odstraňovania PAU z vodného ekosystému, závisí najmä od veľkostí častíc, na ktoré sú polyaromáty sorbované, a od rýchlosti a sily prúdenia vody v toku. Človek prichádza do styku s PAU na rôznych stupňoch ich kolobehu zložkami

životného prostredia. Do ľudského organizmu vstupujú rozličnými cestami. Dôležitou je príjem kontaminovanej potravy alebo vody, nebezpečné sú však aj vdychovanie kontaminovaného vzduchu a vstupy sliznicami a pokožkou. U človeka môžu vyvolať rôzne onkogénne, mutagénne, teratogénne a iné toxogénne zmeny. Najviac známym karcinogénom je benzo(a)pyrén [35].

2.5.9 Toluén

Toluén $\text{CH}_3\text{-C}_6\text{H}_5$ je bezfarebné kvapalina, menej tekavá ako benzén. Z toxikologického hľadiska je menej nebezpečná ako benzén, pretože nema vplyv na kostnú dreň. Akútna otrava sa prejavuje ako otrava alkoholom, nazývaná „toluénová narkománia“. Chronické otravy sa prejavujú necharakteristicky – bolesti hlavy, únava, neurotické problémy. Toluén pôsobí dráždivo na pokožku, u jednotlivcov vzniká často alergia spojená so vznikom kožných ekzémov [28].

2.5.10 Xylén

Xylén $\text{CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3$, obvykle zmes troch izomérov. Bezfarebná, horľavá, pomerne málo tekavá kvapalina. Biotransformuje sa na kyselinu metylhippurovovú, ktorá sa vylučuje močom a stanovuje sa ako expozičný test. K akútnej otrave dochádza v nevetranom priestore. Chronická otrava sa prejavuje pocitom ospalosti, malátnosti a poruchami spánku. Neskoršie negatívne účinky neboli doložené [27].

3. ZÁVER

Predložená bakalárska práca bola teoretického charakteru a zaoberala sa problematikou záťaže vodného ekosystému vo vybranom čiastkovom povodí slovenskej rieky Váh. Porovnaním nameraných a limitných hodnôt podľa nariadenia vlády č. 296/2005 Z. z. môžeme konštatovať, že vybrané povodie rieky Váh v Žilinskom kraji je znečistené a zaradené do III. triedy kvality vody, čo je znečistená voda. Súčasťou vypracovanej teoretickej bakalárskej práce je aj prehľad toxicity vybraných ukazovateľov znečistenia, ktoré boli namerané v spomínanom povodí Váhu.

Z predloženej bakalárskej práce vyplývajú nasledujúce závery:

- Bola spracovaná podrobná rešerš s pomocou Slovenskej národnej knižnice v Martine, ktorá popisovala vybrané ukazovatele znečistenia, rieku Váh a dostupné údaje potrebné k vypracovaniu tejto bakalárskej práci;
- Na základe ďalších dostupných materiálov z Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky bolo urobené slovné a aj tabuľkové zhodnotenie vybraných ukazovateľov znečistenia povrchových vôd, určenie metód na stanovenie týchto ukazovateľov, porovnanie nameraných hodnôt za obdobie 2006-2007 s limitnou hodnotou podľa nariadenia vlády č. 296/2005 Z. z. a určenie triedy kvality povrchovej vody podľa STN 75 7221;
- Vo vybraných čiastkových miestach odberu v povodí Váhu v Žilinskom kraji bola v roku 2007 meraním zistená zvýšená hodnota ukazovateľov znečistenia. Týmito ukazovateľmi boli dusitanový dusík, 1,1,2-trichlóetylén, aktívny chlór a chloroform. Nameraná hodnota značne prevyšovala limitnú hodnotu podľa nariadenia vlády. U mikrobiologických ukazovateľov, koliformné batérie, termotolerantné koliformné baktérie a fekálne streptokoky, bola v každom mieste odberu zaznamenaná zvýšená hodnota oproti limitnej hodnote. Ukazovatele mikrobiologického znečistenia sa do povrchových vôd dostávajú komunálnymi a splaškovými vodami zo sídlisk a miest alebo verejných toaliet;
- Bolo prevedené posúdenie zdrojov znečistenia v celom povodí rieky Váh priemyselnými oblasťami a spoločnosťami, množstvo vypúšťanej odpadnej vody za rok a spôsob čistenia, ktorý by mal byť dostačujúci na odstránenie látok, ktoré môžu toxicky vplývať na životné prostredie, človeka a živočíchov. U spoločnosti Mondi Business Paper a.s. v meste Ružomberok na 314,8 riečnom kilometri bolo v roku 2007 do povodia rieky Váhu vypustených 10násobne väčšie množstvo BSK_{Cr} ako určuje dovolená hodnota;
- Spracovaná teoretická bakalárska práca umožní zúročiť získané a spracované údaje a poznatky pri experimentálnej časti diplomovej práce riešenej na podobnú tému.

4. ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] *Hydrológia: Terminologický výkladový slovník*. Bratislava : Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2002. 157 s
- [2] PITTER, P.: *Hydrochemie*. 3. přepr. vyd. Praha : VŠCHT Praha, 1999. 568 s. ISBN 80-7080-340-1
- [3] AMBROŽOVÁ, J. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. vyd. Praha : VŠCHT, 2003. 226 s. ISBN 80-7080-521-8.
- [4] Sbírka zákonů [online]. 1996 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb01254&cd=76&typ=r>>.
- [5] EKOškola [online]. CEEV Živica, 2004 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <http://www.ekoskola.sk/voda_ochrana.htm>.
- [6] NEUWIRTH, A.: *Úvod do vodního hospodářství*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1996. 173 s. ISBN 80-7078-317-6.
- [7] HORÁKOVÁ, M., *Analytika vody*. 1. vyd. Praha: VŠCHT Praha, 2003. 335 s. ISBN 80-7080-391-6
- [8] Norma STN 75 7221 [online]. [2002] [cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW: <http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/psrsk/voda/POVRCHOVVA_VODA/2_stav/8_Kvalita_PV/8_1.html>.
- [9] *Kvalitatívna vodohospodárska bilancia povrchových vôd SR v roku 20007*. 1. vyd. Bratislava : Slovenský hydrometeorologický ústav, 2008. 66 s.
- [10] POPL, M.: *Analytická chemie životního prostředí* /Praha :VŠCHT,1995. 3. přepr.vyd. 262 s. ISBN 80-7080-238-3
- [11] NESVADBA, J.: *Chemie a životní prostředí :/Naučný slovník o tom, co bychom měli znát o chemii* /Praha :Inkoteka,1999. 224 s.
- [12] VANLOON, GARY W., DUFFY, STEPHEN J.: *Environmental Chemistry :A Global Perspective* /New York :Oxford University Press,2000. 492 s. ISBN 0-19-856440-6
- [13] HARTMAN, P., PŘIKRYL, I., ŠTEDROŇSKÝ, E. : *Hydrobiologie* /Praha :Informatorium,1998. 2. přepr. vyd. 335 s. ISBN 80-86073-27-0
- [14] WIKIPÉDIA Slobodná encyklopédia [online]. 2001 , 4. mája 2009 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <http://sk.wikipedia.org/wiki/Ekosystém>
- [15] *Voda v Slovenskej republike*. Výskumný ústav vodného hospodárstva. 3. dopl. vyd. Bratislava : Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2004. 24 s. ISBN 80-89062-33-4.
- [16] PEKÁROVÁ, P, SZOLGAY, J. *Scenáre zmien vybraných zložiek hydrosféry a biosféry v povodí Hrona a Váhu v dôsledku klimatickej zmeny*. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 2005. 496 s. ISBN 80-224-0884-0

- [17] WIKIPÉDIA Slobodná encyklopédia [online]. 2001 , 17. mája 2009 [cit. 2009-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://sk.wikipedia.org/wiki/Váh>>
- [18] Picture of Váh's river [online]. [2000] [cit. 2009-05-08]. Dostupný z WWW: <[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f6/Váh_River_\(SVK\)_-_location_and_watershed.svg/800px-Váh_River_\(SVK\)_-_location_and_watershed.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f6/Váh_River_(SVK)_-_location_and_watershed.svg/800px-Váh_River_(SVK)_-_location_and_watershed.svg.png)>
- [19] *Správa o vodnom hospodárstve v Slovenskej republike v roku 2003*. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky. 1. vyd. Bratislava, 2004. 138 s.
- [20] *Kvalita povrchových vôd na Slovensku 2006 - 2007*. Slovenský hydrometeorologický ústav. 1. vyd. Bratislava, 2008. 566 s.
- [21] EUR-Lex [online]. 2003 [cit. 2009-05-09]. Dostupný z WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003D0466:SK:HTML>>
- [22] *Všeobecné charakteristiky čiastkového povodia Váh* [online]. [2000] [cit. 2009-05-09]. Dostupný z WWW: <http://www.vuvh.sk/rsv/docs/PMP/prilohy/priloha_2/priloha_2_1/V%E1h.pdf>
- [23] *Nariadenie vlády č. 296/2005 Z. z., 2005*. Nariadenie vlády Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd, s. 2928-2991
- [24] Čiastkové povodie rieky Váh [online]. [2004] [cit. 1009-05-10]. Dostupný z WWW: <http://mapy.zoznam.sk/index.pl?zoom=6&pos_x=-441496&pos_y=-1172470&size=&lang=sk&sipka=1&name=%8Eilina>
- [25] *Teltomat OC Dubná Skala - Vrútky*. RNDr. Miloslav Badík. 1. vyd. Žilina, 2004. 110 s.
- [26] MATRKA, M., RUSEK, V.: *Průmyslová toxikologie :Úvod do obecné a speciální toxikologie* /Pardubice :Univerzita Pardubice,1994. 2. nezměň.vyd. 157 s. ISBN 80-85113-85-6
- [27] TICHÝ, M.: *Toxikologie pro chemiky: toxikologie obecná, speciální, analytická a legislativa* /Praha :Karolinum,2003. 2. vyd. 119 s. ISBN 80-246-0566-X
- [28] PALEČEK, J., LINHART, I., HORÁK, J.: *Toxikologie a bezpečnost práce v chemii* /Praha :VŠCHT,1999. 1. vyd. 189 s. ISBN 80-7080-266-9
- [29] HORÁK, J., LINHART, I., KLUSOŇ, P.: *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky* /Praha :VŠCHT,2004. 1. vyd. 188 s. ISBN 80-7080-548-X
- [30] *Ochrana vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov*. Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky. 1. vyd. Bratislava : [s.n.], 2001. 56 s. ISBN 80-85361-91-4

- [31] BENCKO, V., CIKRT, M., LENER, J.: *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka* /Praha :Grada Publishing,1995. 2. přepr. a dopl.vyd 282 s. ISBN 80-7169-150-X
- [32] HOFFMAN, DAVID J., RATTNER, BARNET A., BURTON, ALLEN G., CAIRNS, J. Jr.: *Handbook of ecotoxicology* /Boca Raton :Lewis Publishers,2003. 2nd ed. 1290 s. ISBN 1-56670-546-0
- [33] JAMES, M. O.: Polychlorinated Biphenyls: *Metabolism and Metabolites*. In: PCB (L. Robertson, L. Hansen, eds.), University of Kentucky Press, Lexington, 2001, pp. 47-58
- [34] *XVII. Vedecké sympóziu* : XVII. Scientific symposium. S. Hredzák. 1. vyd. Košice : Ústav geotechniky SAV, 2008. 216 s. ISBN 978-80-970034-0-1
- [35] VEL'KOVÁ, V.: *Kontaminácia vôd a sedimentov polycyklickými aromatickými uhľovodíkmi*. 1. vyd. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 2005. 57 s. ISBN 80-228-1450-4.
- [36] NOLLET, LEO M. L.: *Handbook of water analysis* /Boca Raton :CRC Press,2007. 2nd ed. 769 s. ISBN 0-8493-7033-7

5. ZOZNAM SYMBOLOV

AAS	Atómová absorpčná spektrometria
BSK ₅	biochemická spotreba kyslíka
ČOV	čistička odpadových vôd
DDT	1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-chlorofenyl) etán
GP	gas chromatography (plynová chromatografia)
ChSK _{Mn}	chemická spotreba kyslíka manganistanom
IARC	International Agency for Research on Cancer
NEL-IČ	stanovenie nepochárne extrahovateľných látok infračerveným žiarením
NEL-UV	stanovenie nepochárne extrahovateľných látok ultrafialovým žiarením
PAU	polycyklické aromatické uhl'ovodíky
PCB	polychlóvané bifenyly
SHMU	Slovenský hydrometeorologický ústav
SPE	extrakcia tuhú fázou
UV	ultrafialové žiarenie
VAS, a.s.	Veterinárna asanačná spoločnosť
VN	vodná nádrž

6. MAPOVÁ PRÍLOHA

Významné zdroje znečistenia povrchových vôd v roku 2007

